

CLIPPEDIMAGE= JP403154098A
PAT-NO: JP403154098A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03154098 A
TITLE: BELL

PUBN-DATE: July 2, 1991

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
ITAYA, YOSHIKI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
NAKASHIMA PUOPERA KK N/A

APPL-NO: JP01293644
APPL-DATE: November 11, 1989

INT-CL_(IPC): G10K001/00
US-CL-CURRENT: 116/148

ABSTRACT:

PURPOSE: To give continuity to shapes of a series of bells, and also, to obtain the musical scale bell which can be designed efficiently by determining fundamental dimensions of the bell in a musical performance of a piece of music as a function of a fundamental frequency for governing fundamentally the musical scale of the bell.

CONSTITUTION: With regard to three kinds of bells P, Q and R being different on the musical scale, in the case the respective diameters are denoted as DP, DQ and DR, and the fundamental frequencies are denoted as fP, fQ and fR ($fP < fQ < fR$), a coefficient (c) and (m) of an expression : $D = c \cdot f^{SP} \cdot m^{1/SP}$ are derived by an expression $m = \log(DP/DR) / \log(fP/fR)$ $\log c = \log(DP) - m \cdot N \log(fP)$. A (k) value of an expression : $k = DQ / (c \cdot (fQ)^{SP} \cdot m^{1/SP})$ obtained by these coefficient values and the fundamental frequency fQ and the diameter DQ of the bell Q has a relation of $0.97 \leq k \leq 1.03$ in at least one part, and also, a ratio H (height)/D (diameter) of each bell becomes within a range of $0.60 \leq H/D \leq 1.00$.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-154098

⑬ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)7月2日

G 10 K 1/00

8120-5D

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 ベル

⑯ 特 願 平1-293644

⑰ 出 願 平1(1989)11月11日

⑱ 発 明 者 板 谷 芳 樹 岡山県岡山市上道北方688-1 ナカシマプロペラ株式会社内

⑲ 出 願 人 ナカシマプロペラ株式会社 岡山県岡山市上道北方688-1

⑳ 代 理 人 弁理士 板野 嘉男

明 細 書

1. 発明の名称

ベル

2. 特許請求の範囲

各種音階を有する三個以上のベルのシリーズで、互いに音階上異なる三種類のベルP、Q、Rについて、それぞれの直径を D_P 、 D_Q 、 D_R とし、また、それぞれの音階、すなわち、基本振動数(1次の固有振動数)を f_P 、 f_Q 、 f_R ($f_P < f_Q < f_R$)とした場合、ベルPおよびベルRの二個のベルの直径および基本振動数を用いて、次式に示す直径の変数Dおよび基本振動数の変数fよりなる関係式

$$D = c \cdot f^m \quad (c, m \text{ は係数})$$

の係数cおよびmを次式に示す

$$m = \log(D_P / D_R) / \log(f_P / f_R)$$

$$\log c = \log(D_P) - m \cdot \log(f_P)$$

により求め、これらの係数値およびベルQの基本振動数 f_Q と直径 D_Q によって得られる次式に示す

$$k = D_Q / (c \cdot (f_Q)^m)$$

のk値が

$$0.97 \leq k \leq 1.03$$

なる関係を少なくとも一ヶ所以上有し、かつ、個々のベルの直径Dに対する高さHの比率 H/D が、

$$0.60 \leq H/D \leq 1.00$$

の範囲内となる三個以上のシリーズのベル。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、異なる固有振動数(音階)を有する複数個のベルをそれぞれ規定のタイミングで打ち鳴らして楽曲を奏でるベルのような場合、これら一連の音階のベルの形状に連続性を持たせ、かつ、これらが効率的に設計されたベルに関するものである。

(従来の技術)

従来、ベルの形状は大きくなるほどその固有振動数(音階)は低くなる等の定性的な傾向は知られていたが、実際にある特定の音階のベルを設計する場合、その形状はどのようにすればよいかま

では詳細にはわかっていなかった。したがって、楽曲を演奏することを目的とするような正確な音階を要求されるベルの場合には、経験工学的に個々の音階のベルを製作し、これを基に一連の音階を有した複数個のベルシリーズとしていた。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、このような方法では実際には各種音階を有した複数個のベルの効率的な設計は困難であるし、一連のベルの形状にも連続性を与え難く、さらには、複数個の音階の異なるベル間での音色にも連続性を与えることが困難となる。

この発明は、このような課題を解決するためのものであって、その目的とする処は、このような一連のベルの形状に連続性を与え、かつ、効率的な設計ができる音階ベルを具現したものである。

(課題を解決するための手段)

この発明は、要するに、内挿法と呼ばれる方法を用いて大きさの異なる二つのベルから中間のベルの断面形状を決定するものである。すなわち、まず、音階の異なる二つのベルを設計し、これら

から内挿法によって前記二者の中間音階のベル形状を決定すれば、これらの固有振動数 f と直径 D との間には

$$D = c \cdot f^m \quad (c, m \text{ は係数})$$

の関係があるとするものである。

なお、ここでの内挿法とは第1図の模式図に示すような固有振動数解析モデルの各々対応する節点座標に関して内挿することをいう。

そして、これらの関係式の有効性を証明するため、直径500mmと200mmの二つのベルを設計するとともに、これら二者のベルから断面形状を内挿法によって直径350mmのベルの形状を決定し、これらの固有振動数を計算した結果を第2図に示す。

これによって各ベルの直径 D と固有振動数 f との間には上記式が成立することがわかる。なお、上記式の関係は同一の振動モードに対してのみ成立することを付け加える。そして、この計算例についての1次から5次までの上記式に関する c および m の係数値を第1表に示す。

第1表

次数	係数	
	c	m
1	21232	-0.618
2	55081	-0.703
3	40272	-0.634
4	41976	-0.621
5	68865	-0.661

ところで、この計算例では直径500mmと200mmの高次成分まで考慮した固有振動数の倍率関係は等しくない。しかし、その倍率関係が等しい二つのベルから断面形状を内挿すれば、その内挿されたベルの固有振動数の倍率関係は前二者の倍率関係と同一になる。ここで、実際のベルはその高次成分まで考慮した固有振動数の倍率関係が各種音階のベルですべて等しくなければならないことを考え合わせれば、この内挿法の優位性が理解できる。なお、高次成分まで考慮した固有振動数が等しいとは、上記式の m の値が1次から高次まですべて同じであることを意味する。

一方、計算には誤差が伴うから、求めようとするベルの直径の採用値 D と計算によって得た計算値 $(c \cdot f^m)$ との比である k が

$$0.97 \leq k \leq 1.03$$

の範囲内であれば許容できるとするものである。

次に、一連のベルの外形状は相似形であることが意匠上からも望ましいため、高さ H は

$$H = n \cdot D \quad (n \text{ は係数})$$

とし、直径 D の関数として求める。そして、この係数 n はベルの形状を全体的にバランスがとれ、デザインの的にも優れたものとするため、

$$0.60 \leq n \leq 1.00$$

の範囲に設定する。

このように、内挿法によれば直径、高さおよび肉厚等の形状要素に一貫した連続性を与えることができるのである。ここで、ベルは第3図に示すような一般的なベル形状とし、直径 D とはリップ部の最大外径を、また、高さ H とは下端と首部までの長さをいうものとする。

また、このベルのシリーズが主として楽曲を奏

でる目的のために設計されるものであることから、参考までに音響学上の音階（例示のものはラ）と1次の振動数の関係を第2表に示しておく。

第2表

音階	振動数 (Hz)
.....
ラ A	110.0
.....
ラ A ¹	220.0
.....
ラ A ²	440.0
.....
ラ A ³	880.0
.....
ラ A ⁴	1760.0
.....

〔実施例〕

以上のようにして設計されるベルの基本寸法、すなわち、直径および高さの設定例の一つを以下の第3表に示す。

第3表

基本振動数 (Hz)	直径 (mm)	高さ (mm)
50	4000	3168
400	500	396
2000	200	158
10000	100	79

また、この設定値を基準にして設計されたベルの基本寸法を第4図に示す。

〔発明の効果〕

以上、この発明によれば、ベルの基本寸法がベルの音階を基本的に支配する基本振動数の関数として決定されるため、音階と基本寸法に関して個々のベル間で有機的に連続性が保たれ、その上、種々の音階を有したベル断面形状についても内挿法を用いることにより、連続性をもたせることが可能となり、さらには、非常に効率的に種々の音階ベルを設計することが可能となる。したがって、デザイン性にも優れ、かつ、複数個のベルシリーズに関して音色および音量にも連続性をもたせ

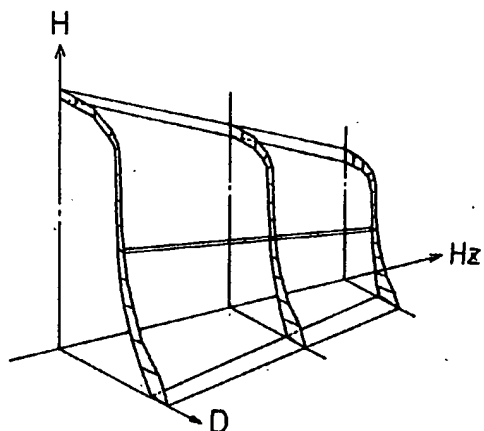
ることができるのである。

4. 図面の簡単な説明

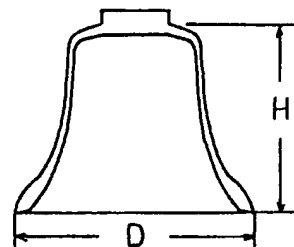
第1図は断面形状の内挿を示す模式図、第2図は固有振動数の計算結果を示すグラフ、第3図はベルの断面図、第4図は基本振動数（1次の固有振動数）と基本寸法の関係を示すグラフである。

代理人 弁理士 板 野 嘉 男

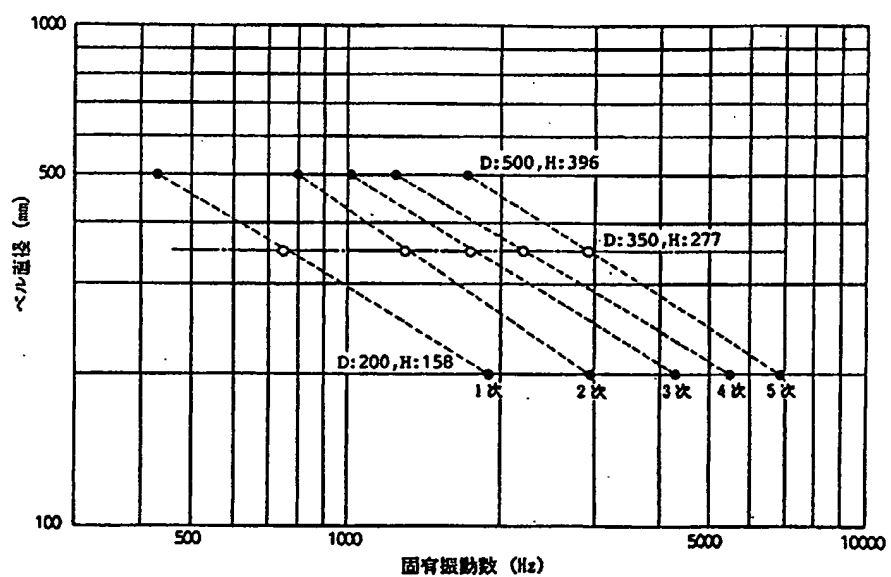
第 1 図



第 3 図



第 2 図



第 4 図

